

明細書

高周波モジュール

技術分野

本発明は、マイクロ波やミリ波などの電磁波（高周波信号）の伝搬に用いられる高周波モジュールに関するものである。

背景技術

移動体通信技術等の進歩により、通信に利用される電波の周波数帯域がGHz帯のような高周波域に拡がり、通信に利用される通信機器の小形化も進んでいる。このため、この種の通信機器において使用される導波管やフィルタ等の高周波モジュールに対しても、さらなる高周波化および小形化への対応が求められており、特開平6-53711号公報に開示されているような導波管線路や、特開平11-284409号公報に開示されているようなこの種の導波管線路を利用したフィルタが開発されている。また、この種の高周波モジュールを接続する接続構造としては、特開2000-216605号公報や特開2003-110307号公報に開示されているような接続構造が開発されている。

この場合、特開平6-53711号公報に開示されている導波管線路は、同公報中の第1図に示すように、導体層（2，3）を有する誘電体基板（1）と、各導体層（2，3）間を接続する2列に配設された複数の導通穴（4）とを備えて構成されている。この導波管線路は、一对の導体層（2，3）と複数の導通穴（4）による疑似的な導体壁とで誘電体材料の四方を囲むことによって導体内の領域を信号伝送用の線路とした疑似矩形導波管路で構成されている。この場合、このような構成の導波管線路は、誘電体導波管線路とも呼ばれている。

また、特開平11-284409号公報に開示されているフィルタは、同公報中の第1図に示すように、特開平6-53711号公報に開示された導波管線路と同様にして、誘電体基板（21）、一对の主導体層（22，23）および側壁用貫通導体群（24）によって構成された疑似矩形導波管路としての誘電体導波管線路（25）の内部に、一

対の主導体層（２２，２３）間を電氣的に接続（導通）して誘導性窓（結合窓）を形成する複数の貫通導体（２６）を配設して構成されている。このフィルタによれば、配線基板等の誘電体基板内に作り込むことができるため、フィルタを容易に小形化することが可能となっている。

また、特開２０００－２１６６０５号公報に開示されている誘電体導波管線路（疑似矩形導波管路）と線路導体（マイクロストリップ線路）との接続構造は、同公報中の第１図示すように、誘電体導波管線路（１６）の開口端に、線路導体（２０）の端部を挿入すると共に、その端部と一方の主導体層（１２）とを、接続用線路導体（１８）と接続用貫通導体（１７）とにより階段状を成すように電氣的に接続する。また、この接続構造は、一对の主導体層（１２，１３）間の間隔を狭くしたいわゆるリッジ導波管構造を構成する。このため、線路導体（２０）から誘電体導波管線路（１６）への高周波信号（電磁波）の伝搬に際しては、線路導体（２０）においてＴＥＭモードで伝搬する電磁波を誘電体導波管線路（１６）においてＴＥモード（ TE_{10} モード）で伝搬する電磁波にモード変換する。

一方、特開２００３－１１０３０７号公報に開示されている導波管線路（この例では導波管線路は誘電体導波管フィルタを構成している）と線路導体（マイクロストリップ線路）との接続構造は、同公報中の第１図に示すように、誘電体導波管フィルタを構成する誘電体導波管共振器（１１ａ，１１ｄ）の外側に、突出部（１７ａ，１７ｂ）を形成すると共に、誘電体導波管共振器（１１ａ，１１ｄ）の底面から突出部（１７ａ，１７ｂ）に跨って入出力電極となる導体ストリップ線路（１５ａ，１５ｂ）を形成し、この導体ストリップ線路（１５ａ，１５ｂ）を配線基板（１８）上に形成された線路導体としての導体パターン（１９ａ，１９ｂ）に接続する。この接続構造では、各導体パターン（１９ａ，１９ｂ）は、同じ幅に形成された導体ストリップ線路（１５ａ，１５ｂ）を介して誘電体導波管共振器（１１ａ，１１ｄ）の底面でそれぞれ終端される。これにより、誘電体導波管共振器（１１ａ，１１ｄ）の底面に各導体パターン（１９ａ，１９ｂ）を介してＴＥＭモードの入出力信号が流れる。したがって、この入出力信号によって誘電体導波管共振器（１１ａ，１１ｄ）の内部に引き起こされた磁界が誘電体導波管共振器（１１ａ，１１ｄ）の基本共振モード（ＴＥモード（ TE_{10} モード））の磁界と結合する結果、導体パターン（１９ａ，１９ｂ）においてＴＥＭモードで伝搬する

電磁波を誘電体導波管線路としての誘電体導波管共振器（11a, 11d）においてTEモード（ TE_{10} モード）で伝搬する電磁波にモード変換し、また誘電体導波管共振器（11a, 11d）においてTEモード（ TE_{10} モード）で伝搬する電磁波を導体パターン（19a, 19b）においてTEMモードで伝搬する電磁波にモード変換する。

ところで、例えば特開2000-216605号公報や特開2003-110307号公報に開示されているように、現在提案されている高周波モジュールの多くは、誘電体導波管線路（導波管型導波路）からTEMモードの電磁波を不平衡型の電磁波として出力するものであるが、導波管型導波路から平衡型のTEMモード高周波信号を出力する高周波モジュール（不平衡-平衡変換器。いわゆるバラン）の実現に対する要求もある。このため、この要求に対して、例えば、特許第3351351号公報に開示されているような高周波波モジュール（誘電体フィルタ）が提案されている。この誘電体フィルタでは、同公報中の第1図に示すように、誘電体ブロック（1）の外面に、外部結合線路（25）の一方端から連続する外部端子（8）、共振線路（5a）との間で静電容量を形成する外部端子（6）を形成することによって不平衡-平衡変換回路を構成して、外部端子（6）から容量性結合によって出力される一方の出力信号と、外部端子（8）から誘導性結合によって出力される他方の出力信号との間の位相差を、各結合部分の容量値やインダクタンス値を調整することによって180度になっている。

ところが、この特許3351351号公報に開示されている不平衡-平衡変換回路には、以下の問題点がある。すなわち、この不平衡-平衡変換回路では、2つの出力信号間の位相差を180度にするためには、容量性結合の容量値と誘導性結合のインダクタンス値とを調整しなければならない。したがって、この不平衡-平衡変換回路には、調整作業に手間がかかると共に、共振器のほかに、共振器として動作させない信号経路を設ける必要があるために小形化するのが困難であるという問題点が存在する。

発明の開示

本発明は、かかる問題点を解決すべくなされたものであり、調整が不要で平衡型の電磁波を出力でき、しかも小形化の容易な高周波モジュールを提供することを主目的とする。

上記目的を達成すべく本発明に係る高周波モジュールは、互いに対向して配設された一对のグランド電極および当該一对のグランド電極間を導通させる導通体で囲まれた領域を有して当該領域内をTEモードの電磁波が伝搬可能に構成されると共に当該領域内に1波長共振器が形成された導波管型導波路と、前記一对のグランド電極の内的一方における前記1波長共振器の各1/2波長共振領域に対応する部位にそれぞれ接続されている一对の出力線路とを備えている。

この場合、TEMモードの電磁波が伝搬可能に前記一对の出力線路を構成するのが好ましい。

また、前記導波管型導波路の内部に形成されると共に前記1波長共振器に連結された1/2波長共振器と、前記一对のグランド電極の内的一方における前記1/2波長共振器に対応する部位に接続されてTEMモードの電磁波をTEモードの電磁波として当該1/2波長共振器に入力可能に構成された入力線路とを備えているのが好ましい。ここで、1/2波長共振器と1波長共振器とは、導波路などを介して、または直接に連結することができる。

この場合、結合窓を介して前記1/2波長共振器および前記1波長共振器を互いに連結するのが好ましい。

また、前記1/2波長共振器および前記1波長共振器の間に形成されると共に当該両共振器に結合窓を介して連結される少なくとも1つ以上の他の共振器を備えているのが好ましい。

また、前記導波管型導波路の内部に形成されると共に前記1波長共振器に連結された他の1波長共振器と、前記一对のグランド電極の内的一方における前記他の1波長共振器の各1/2波長共振領域に対応する部位にそれぞれ接続されてTEMモードの電磁波をTEモードの電磁波として当該他の1波長共振器に入力可能に構成された一对の入力線路とを備えているのが好ましい。ここで、他の1波長共振器と1波長共振器とは、導波路などを介して、または直接に連結することができる。

この場合、結合窓を介して前記他の1波長共振器および前記1波長共振器を互いに連結するのが好ましい。

また、前記他の 1 波長共振器および前記 1 波長共振器の間に形成されると共に当該両共振器に結合窓を介して連結される少なくとも 1 つ以上の他の共振器を備えているのが好ましい。

また、ストリップ線路、マイクロストリップ線路およびコプレーナ線路のいずれか 1 つで前記入力線路を構成することができる。

さらに、ストリップ線路、マイクロストリップ線路およびコプレーナ線路のいずれか 1 つで前記出力線路を構成することができる。

図面の簡単な説明

第 1 図は、施の形態に係る高周波モジュール 1 の構成を示す斜視図である。

第 2 図は、モジュール 1 ール 1 の平面図である。

第 3 図は、モジュール 1 の入力線路 2 における導波管型導波路 3 との接続部近傍での磁界 H 1 の磁界分布を示す説明図である。

第 4 図は、高周波モジュール 1 の導波管型導波路 3 における入力線路 2 との接続部近傍での磁界 H 2 の磁界分布を示す説明図である。

第 5 図は、高周波モジュール 1 における入力線路 2 と導波管型導波路 3 との接続部での各磁界 H 1, H 2 の磁界分布（結合状態）を示す説明図である。

第 6 図は、高周波モジュール 1 における周波数と位相差との関係を示す特性図である。

第 7 図は、高周波モジュール 1 の導波管型導波路 3 における出力線路 4 a との接続部近傍での磁界 H 3 の強度分布を示す説明図である。

第 8 図は、高周波モジュール 1 における周波数と減衰率との関係を示す特性図である。

第 9 図は、本発明の実施の形態に係る高周波モジュール 2 1 の構成を示す斜視図である。

第 10 図は、本発明の実施の形態に係る高周波モジュール 3 1 における入力線路 3 2、および入力線路 3 2 と導波管型導波路 3 3 との接続部の構成を示す斜視図である。

第 11 図は、高周波モジュール 3 1 における入力線路 3 2 と導波管型導波路 3 3 との磁界分布（結合状態）を示す説明図である。

第 12 図は、本発明の実施の形態に係る高周波モジュール 4 1 の構成を示す模式図である。

第13図は、本発明の実施の形態に係る高周波モジュール1Aの構成を示す模式図である。

第14図は、本発明の実施の形態に係る高周波モジュール41Aの構成を示す模式図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、添付図面を参照して、本発明に係る高周波モジュールの好適な実施の形態について説明する。

最初に、本発明に係る高周波モジュールの構成について、図面を参照して説明する。

高周波モジュール1は、第1図に示すように、TEMモードの電磁波を伝搬する入力線路2、入力線路2と結合してTEモード（具体的には、最低次の TE_{10} モード）の電磁波を伝搬する導波管型導波路3、および導波管型導波路3と結合してTEMモードの電磁波を伝搬する一対の出力線路4a、4bを備えている。この場合、導波管型導波路3は、誘電体基板5を挟んで互に対向して配設された一対のグランド電極6、7と、誘電体基板5を貫通することによって一対のグランド電極6、7間を導通させて本発明における導通体として機能する複数のスルーホール8、8、8・・・を備えて誘電体導波管（誘電体導波管路）を構成している。各スルーホール8は、その内面がメタライズされると共に、導波管型導波路3内を伝搬する電磁波の漏出を回避すべく、所定幅（例えば管内信号波長の $1/4$ の幅）以下の間隔で設置されている。この構成により、導波管型導波路3は、一対のグランド電極6、7とスルーホール8とによって囲まれた領域内を、例えば図中のS方向に電磁波を漏れなく伝搬させることができる。なお、導波管型導波路3は、本実施の形態のように、その内部が誘電体で満たされた誘電体導波管で構成することもできるし、図示はしないが、内部を空洞にしたキャビティ導波管で構成することもできる。また、第1図において、最上層については、その厚みを省略してハッチングを施して図示する。

また、第1図に示すように、導波管型導波路3の内部には、誘電体基板5を貫通することによって一対のグランド電極6、7間を導通させる他の複数のスルーホール9、9・・・が一行に配設されている。この場合、スルーホール9は、前述したスルーホール8と同一の構造で構成されている。このため、第1図、第2図に示すように、導波管型

導波路 3 内には、各スルーホール 9, 9・・・と各スルーホール 8, 8・・・との隙間に結合窓 12, 12 が形成されると共に、導波管型導波路 3 の入力側に 1/2 波長共振器 10 が形成され、かつ出力側に 1 波長共振器 11 が形成されている。また、1/2 波長共振器 10 は、1 波長共振器 11 における各 1/2 波長共振領域 A, B のうちの 1/2 波長共振領域 A と結合窓 12 を介して磁界結合している。したがって、高周波モジュール 1 は、フィルタ（具体的にはバンドパスフィルタ）として機能するように構成されている。なお、一例として、導波管型導波路 3 は、全体の平面視形状が L 字状となるように 1/2 波長共振器 10 と 1 波長共振器 11 とを配置して構成されているが、1/2 波長共振器 10、1 波長共振器 11 内の 1/2 波長共振領域 A、および 1 波長共振器 11 内の 1/2 波長共振領域 B を一直線上に配置して全体の平面視形状が I 字状となるように構成してもよい。さらに、導波管型導波路 3 の内部に、複数の 1/2 波長共振器 10 を多段で形成してもよい。

入力線路 2 は、第 1 図に示すように、誘電体基板 5 におけるグランド電極 6 の形成面上に、誘電体基板 5 を挟んでグランド電極 7 と対向するように配設されて、マイクロストリップ線路を構成する。また、入力線路 2 は、その一端側がグランド電極 6 における 1/2 波長共振器 10 に対応する部位（言い換えれば、1/2 波長共振器 10 を構成する部位）に直接的に接続されてその部位と導通する。この構成により、入力線路 2 は、導波管型導波路 3 の E 面（電界に平行な面）において導波管型導波路 3 と磁界結合する。この場合、導波管型導波路 3 の伝搬モードが TE モードであり、電磁波が S 方向（Z 方向でもある）に伝搬するため、導波管型導波路 3 の E 面は第 1 図中の XY 平面に平行な面となる。

第 3 図～第 5 図は、入力線路 2 と導波管型導波路 3 との接続部およびその近傍における XY 断面内での磁界分布をそれぞれ示している。この場合、接続部近傍の入力線路 2 における磁界 H1 は、電磁波の伝搬モードが TEM モードのため、第 3 図に示すように、入力線路 2 の周囲において環状に分布する。一方、導波管型導波路 3 における磁界 H2 は、TE モード（TE₁₀ モード）のため、第 4 図に示すように、その断面内において一方向の向きに分布する。したがって、第 5 図に示すように、接続部における導波管型導波路 3 の E 面内において、入力線路 2 における磁界 H1 の方向と導波管型導波路 3 における磁界 H2 の方向とが一致することにより、入力線路 2 と導波管型導波路 3 とが磁界

結合してTEMモードからTEモードへの変換が行われる。つまり、入力線路2から伝搬したTEMモードの電磁波は、TEモードの電磁波として導波管型導波路3内に入力される。

一对の出力線路4a, 4bは、第1図に示すように、誘電体基板5を挟んでグランド電極7と対向するようにして誘電体基板5におけるグランド電極6の形成面上にそれぞれ配設されて、入力線路2と同様にしてマイクロストリップ線路を構成する。また、各出力線路4a, 4bは、一端側がグランド電極6における1波長共振器11の各1/2波長共振領域A, Bに対応する部位にそれぞれ直接的に接続されてその部位と導通する。具体的には、第2図に示すように、1波長共振器11の各1/2波長共振領域A, Bの長さをそれぞれLとしたときに、各出力線路4a, 4bは、対応する1/2波長共振領域A, Bの各中央部（各1/2波長共振領域A, Bの端部からL/2だけ離間した位置）にそれぞれ接続されている。このため、各出力線路4a, 4bは、入力線路2と同様にして、1波長共振器11の1/2波長共振領域Aにおける磁界H3の方向と出力線路4aにおける磁界H5の方向とが一致し、かつ1波長共振器11の1/2波長共振領域Bにおける磁界H4の方向と出力線路4bにおける磁界H6の方向とが一致することにより、導波管型導波路3のE面（第1図中のXY平面に平行な面）において導波管型導波路3と磁界結合する。したがって、一对の出力線路4a, 4bと導波管型導波路3との接続部において、入力線路2のときとは逆にして、TEモードからTEMモードへの変換が行われる。

次いで、高周波モジュール1の動作について説明する。

この高周波モジュール1では、入力線路2に入力されたTEMモードの電磁波は、TEモードの電磁波として1/2波長共振器10に入力され、さらに1/2波長共振器10を経由して1波長共振器11に伝搬される。この場合、第2図に模式的に示すように、1波長共振器11の各1/2波長共振領域A, B内におけるH面（磁界と平行な面、すなわちXZ平面に平行な面）内で生じる磁界H3, H4の向きは、1波長共振器11が電磁波に対して共振器として作用する周波数帯域（高周波モジュール1の信号通過帯域）内では常に互いに逆向きとなる。したがって、1波長共振器11の各1/2波長共振領域A, Bにそれぞれ接続された各出力線路4a, 4bにおける各磁界H5, H6も、この信号通過帯域内において常に互いに逆向きとなる。この結果、1波長共振器11か

ら各出力線路 4 a, 4 b に出力される TEM モードの各電磁波の位相は、この信号通過帯域内において、互いにほぼ 180 度ずれた状態となる。シミュレーション結果によれば、この高周波モジュール 1 では、第 6 図に示すように、信号通過帯域（約 25 GHz ～約 25.4 GHz の帯域）を含んでさらに広い周波数帯域（約 24.5 GHz ～約 26.5 GHz の帯域）において、各出力線路 4 a, 4 b から出力される各電磁波の位相差が 180 度～190 度の間でほぼ一定となる。したがって、一对の出力線路 4 a, 4 b からは、平衡型に変換された TEM モードの電磁波が出力される。つまり、高周波モジュール 1 は、不平衡－平衡変換器としても機能する。

一方、1/2 波長共振領域 A における出力線路 4 a が接続された E 面内での磁界 H 3 の強度分布は、第 7 図に示すように、1/2 波長共振領域 A の長さ方向（X または Z 方向）に関しては、中央部で最も強く、端部に向かうに従って弱くなる（同図中では、磁界 H 3 の強度を矢印の長さで表している）。また、1/2 波長共振領域 A の厚み方向（Y 方向）に関しては、E 面内の磁界 H 3 の強度分布は、同図に示すようにほぼ均一である。この点に関しては、1/2 波長共振領域 B においても同様であり、しかも、各出力線路 4 a, 4 b は同一の 1 波長共振器 11 内における各 1/2 波長共振領域 A, B のおおよそ同じ位置（両 1/2 波長共振領域 A, B を連結する連結面を中心として互いにおおよそ対称となる部位：この例では X 方向におけるほぼ中央部）に接続されている。このため、出力線路 4 a, 4 b が接続された各 E 面内の磁界 H 3, H 4 の強度分布はおおよそ同一となる。したがって、各磁界 H 3, H 4 とそれぞれ磁界結合する各出力線路 4 a, 4 b の各磁界 H 5, H 6 も、1 波長共振器 11 が電磁波に対して共振器として作用する信号通過帯域内において常にほぼ同じ強度となる。この結果、1 波長共振器 11 を経由して各出力線路 4 a, 4 b から出力される TEM モードの各電磁波は、その強度がおおよそ一致する。したがって、一对の出力線路 4 a, 4 b からは、マグニチュードバランスの取れた（磁界強度の同じ）平衡型の TEM モードの電磁波が出力される。シミュレーション結果によれば、この高周波モジュール 1 では、第 8 図に示すように、一对の出力線路 4 a, 4 b から出力される各電磁波は、その強度（減衰量）が信号通過帯域内においてほぼ一致している。なお、一对の出力線路 4 a, 4 b から出力される平衡型の TEM モードの電磁波のマグニチュードバランスは、各出力線路 4 a, 4 b の各 1/2 波長共振領域 A, B への接続位置を変更することによって調整することができる。

このように、この高周波モジュール 1 によれば、互いに対向して配設された一对のグランド電極 6, 7 と一对のグランド電極 6, 7 間を導通させる複数のスルーホール 8 とで囲まれた領域を有してこの領域内を T E モードの電磁波が伝搬可能に構成された導波管型導波路 3 内の出力側に 1 波長共振器 1 1 を形成すると共に、一对のグランド電極 6, 7 の内の一方のグランド電極 6 における 1 波長共振器 1 1 の各 $1/2$ 波長共振領域 A, B に対応する部位に出力線路 4 a, 4 b をそれぞれ接続したことにより、信号通過帯域内において、各出力線路 4 a, 4 b から出力される各電磁波の位相差を無調整でほぼ 180 度にすることができる。したがって、この高周波モジュール 1 によれば、簡易な構成でありながら、導波管型導波路 3 を伝搬する T E モードの電磁波を無調整で平衡型の T E M モードの電磁波に変換して出力することができる。

また、この高周波モジュール 1 によれば、結合窓 1 2, 1 2 を介して 1 波長共振器 1 1 に連結された $1/2$ 波長共振器 1 0 を導波管型導波路 3 の内部に形成すると共に一方のグランド電極 6 における $1/2$ 波長共振器 1 0 に対応する部位に入力線路 2 を接続したことにより、入力線路 2 から入力した T E M モードの電磁波を平衡型の T E M モードの電磁波に変換して一对の出力線路 4 a, 4 b から出力することができる。したがって、高周波モジュール 1 をいわゆるバランとして機能させることができる。

なお、本発明は、上記した実施の形態に限定されない。例えば、本発明の実施の形態では、入力線路 2 および一对の出力線路 4 a, 4 b をマイクロストリップ線路で形成した例を挙げて説明したが、第 9 図に示す高周波モジュール 2 1 のように、入力線路 2 2 および一对の出力線路 2 4 a, 2 4 b をコプレーナ線路で形成することもできる。この高周波モジュール 2 1 の基本構成は、同図に示すように、高周波モジュール 1 とほぼ同一であり、入力線路 2 および出力線路 4 a, 4 b に代えて採用した入力線路 2 2 および一对の出力線路 2 4 a, 2 4 b のみが相違する。なお、同図では、高周波モジュール 1 と同じ構成については同じ符号を付し、最上層については、その厚みを省略してハッチングを施して図示する。

この場合、入力線路 2 2 は、誘電体基板 5 におけるグランド電極 6 の形成面上において、誘電体基板 5 を挟んでグランド電極 7 と対向し、かつグランド電極 6 によって取り囲まれるようにして形成されている。また、入力線路 2 2 は、その一端側が、グランド電極 6 における $1/2$ 波長共振器 1 0 に対応する部位に直接的に接続されてその部位と

導通する。また、入力線路 2 2 を取り囲むグランド電極 6 は、誘電体基板 5 を貫通すると共に入力線路 2 2 と平行で、かつ入力線路 2 2 の両側にそれぞれ 1 列ずつ配設された複数のスルーホール 2 9（スルーホール 8、9 と同一構造）によってグランド電極 7 における対向部位に導通している。この構成により、入力線路 2 2 は、コプレーナ線路として機能する。また、一对の出力線路 2 4 a、2 4 b も、それぞれ入力線路 2 2 と同様に形成されて、コプレーナ線路として機能する。

また、上記した実施の形態では、入力線路 2 および一对の出力線路 4 a、4 b や、入力線路 2 2 および一对の出力線路 2 4 a、2 4 b を、誘電体基板 5 におけるグランド電極 6 の形成面上に配設してグランド電極 6 と直接的に接続する構成を例に挙げて説明したが、上下面にグランド電極 6、7 を有し、かつその中間部位に他の導体層を備えた誘電体基板を使用することにより、この中間部位の導体層で入力線路および一对の出力線路を形成して高周波モジュールを構成することもできる。具体的に、第 10 図を参照しつつ、同図に示す高周波モジュール 3 1 の入力線路と導波管型導波路との接続部の構成について説明する。なお、第 10 図では、接続部の構成の理解を容易にするため、後述するスルーホール 3 8 の手前側に位置するスルーホール 8 における一部の図示を省略し、1 波長共振器 1 1 および一对の出力線路の図示を省略する。また、同図では、中間層としての導体層 D の厚みを省略してハッチングを施して図示する。

この高周波モジュール 3 1 では、導体層 D を介して 2 枚の誘電体基板 5 が積層され、一方の誘電体基板 5 における表面（同図の上側の誘電体基板 5 の上面）にグランド電極 6 が形成されると共に、他方の誘電体基板 5 における表面（同図の下側の誘電体基板 5 の下面）に他のグランド電極 7 が形成されている。また、グランド電極 6、7 は、2 枚の誘電体基板 5 および導体層 D を貫通する複数のスルーホール 8 によって互いに導通させられている。また、複数のスルーホール 8 で囲まれた導体層 D は、同図に示すように除去されている。これにより、グランド電極 6、7 およびスルーホール 8 によって導波管型導波路 3 3 が構成される。また、入力線路 3 2 は、導体層 D を利用してストリップ線路で形成されて、第 10 図、第 11 図に示すように、その一端側が他のスルーホール 3 8 を介してグランド電極 7 にのみ導通している。また、入力線路 3 2 は、スルーホール 8 と同様してグランド電極 6、7 を導通させると共に入力線路 3 2 の両側にそれぞれ

1列ずつ配設された複数のスルーホール39によって挟まれている。この構成により、入力線路32は、コプレーナ線路として機能する。

この高周波モジュール31では、第11図に示すように、TEMモードの電磁波を伝搬する入力線路32の磁界H1が、入力線路32の周囲において環状に分布している。この場合、入力線路32の一端側にはグランド電極7との間で導通するスルーホール38が存在しているため、スルーホール38の存在しない領域（同図中の上側の領域）が結合窓12として機能する。したがって、導波管型導波路33のE面において入力線路32における磁界H1の方向と導波管型導波路33における磁界H2の方向とが一致することにより、入力線路32と導波管型導波路33とが磁界結合してTEMモードからTEモードへの変換が行われる。また、図示はしないが、一对の出力線路も入力線路32と同様に構成されて、導波管型導波路33内に形成された1波長共振器（図示せず）のTEモードの電磁波を平衡型のTEMモードの電磁波に変換して出力する。

また、上記した各実施の形態では、導波管型導波路33の出力側に1波長共振器11を形成すると共に、入力側に1/2波長共振器10を形成することにより、1個の入力線路2（または22, 32）から入力したTEMモードの電磁波を平衡型のTEMモードの電磁波に変換して一对の出力線路4a, 4b（または24a, 24b）から出力する高周波モジュール1, 21, 31について説明したが、第12図に模式的に示す高周波モジュール41のように、導波管型導波路44の入力側および出力側の両方に1波長共振器42, 43を形成することにより、平衡入力ー平衡出力型の高周波モジュール（例えばフィルタ）を構成することもできる。この場合、入力側に配設した1波長共振器42の1/2波長共振領域Eに一方の入力線路44aを配設する共に1/2波長共振領域Fに他方の入力線路44bを配設する。また、出力側に配設した1波長共振器43の1/2波長共振領域Gに一方の出力線路45aを配設すると共に1/2波長共振領域Hに他方の出力線路45bを配設する。また、1波長共振器42の1/2波長共振領域Eと1波長共振器43の1/2波長共振領域Gとの間に、両領域E, Gを結合させるための結合窓46aを配設し、1波長共振器42の1/2波長共振領域Fと1波長共振器43の1/2波長共振領域Hとの間には、両領域F, Hを結合させるための結合窓46bを配設する。

この高周波モジュール41では、1波長共振器42の一方の入力線路44aに入力されて平衡型のTEMモードの電磁波を形成する一方の電磁波（磁界H41）は、1波長共振器42の1/2波長共振領域E（この領域内の磁界H43）、結合窓46aおよび1波長共振器43の1/2波長共振領域G（この領域内の磁界H45）を介して出力線路45aにTEMモードの電磁波（磁界H47）として出力される。一方、1波長共振器42の入力線路44bに入力されてTEMモードの電磁波を形成する他方の電磁波（磁界H42）は、1波長共振器42の1/2波長共振領域F（この領域内の磁界H44）、結合窓46bおよび1波長共振器43の1/2波長共振領域H（この領域内の磁界H46）を介して出力線路45bにTEMモードの電磁波（磁界H48）として出力される。したがって、この高周波モジュール41は、平衡入力側-平衡出力側のフィルタとして機能する。

また、高周波モジュール1では、導波管型導波路3の入力側に1/2波長共振器10を形成すると共に出力側に1波長共振器11を形成し、かつ結合窓12、12を介して1/2波長共振器10および1波長共振器11を連結する例について説明したが、本発明はこれに限定されない。例えば、第13図に示すように、高周波モジュール1Aは、1/2波長共振器10および1波長共振器11の間に形成されると共に両共振器10、11に結合窓12、12を介して連結される少なくとも1つ以上（同図では、一例として1つ）の他の共振器（同図では、一例として、1/2波長共振器10と基本動作が同一の1/2波長共振器10A）を備えて構成されている。また、上記した他の高周波モジュール21においても、同様にして、1/2波長共振器10および1波長共振器11の間に、他の共振器（1波長共振器や1/2波長共振器）を結合窓を介して配設して構成することができる。これらの構成を採用することにより、高周波モジュールを様々な周波数特性のフィルタとして機能させることができる。

また、高周波モジュール41では、導波管型導波路44の入力側と出力側とに、1波長共振器42、43を1個ずつ形成して結合窓46a、46bを介して両1波長共振器42、43を直接結合させる例について説明したが、本発明は、これに限定されない。例えば、1波長共振器42、43は少なくとも導波管型導波路44の入力側と出力側とに配設されていればよく、第14図に示すように、高周波モジュール41Aは、1波長共振器42（他の1波長共振器）および1波長共振器43の間に形成されると共に両共

振器 4 2, 4 3 に結合窓 4 6 a, 4 6 b を介して連結される少なくとも 1 つ以上 (同図では、一例として 1 つ) の他の共振器 (同図では、一例として、1 / 2 波長共振器 1 0 と基本動作が同一の 1 / 2 波長共振器 4 2 A) を備えて構成されている。この構成を採用しても、高周波モジュールを様々な周波数特性のフィルタとして機能させることができる。

また、上記した高周波モジュール 1 (または 2 1) では、入力線路 2 (または 2 2) および一对の出力線路 4 a, 4 b (または 2 4 a, 2 4 b) が共に誘電体基板 5 におけるグランド電極 6 の形成面上に形成されているが、入力線路 2 (または 2 2) および一对の出力線路 4 a, 4 b (または 2 4 a, 2 4 b) は必ずしも誘電体基板 5 における同一面上に形成する必要はなく、図示はしないが、例えば、入力線路 2 (または 2 2) を誘電体基板 5 におけるグランド電極 6 側に形成すると共に一对の出力線路 4 a, 4 b (または 2 4 a, 2 4 b) をグランド電極 7 側に形成する構成を採用することもできるし、またその逆の構成を採用することもできる。さらに、上記した各実施の形態では、入力線路および出力線路を、ストリップ線路、マイクロストリップ線路およびコプレーナ線路の内の 1 種類の線路で統一して構成した例について説明したが、入力線路および出力線路が個々に統一されていればよく、入力線路および出力線路を互いに異なる種類の線路で構成することもできる。例えば、入力線路をマイクロストリップ線路で構成すると共に一对の出力線路をコプレーナ線路で構成することもできる。

以上のように、本発明に係る高周波モジュールによれば、互いに対向して配設された一对のグランド電極および一对のグランド電極間を導通させる導通体で囲まれた領域を有してその領域内を T E モードの電磁波が伝搬可能に構成されると共にその領域内に 1 波長共振器が形成された導波管型導波路と、一对のグランド電極の内の一方における 1 波長共振器の各 1 / 2 波長共振領域に対応する部位にそれぞれ接続されている一对の出力線路とを備えたことにより、信号通過帯域内において、各出力線路から出力される各電磁波の位相差を無調整でほぼ 1 8 0 度にすることができる。この結果、この高周波モジュールによれば、従来の高周波モジュールと比較して、簡易な構成でありながら、容量性結合の容量値と誘導性結合のインダクタンス値とを調整する必要がないため、調整作業を不要にすることができると共に、共振器の他に、共振器として動作させない信号

経路を設ける必要がなくなるために十分に小形化することができる。また、TEMモードの電磁波が伝搬可能に一对の出力線路を構成することにより、調整が不要で平衡型のTEMモードの電磁波を一对の出力線路から出力させることができる。

また、本発明に係る高周波モジュールによれば、導波管型導波路の内部に形成されると共に1波長共振器に連結された1/2波長共振器と、一对のグランド電極の内の一方における1/2波長共振器に対応する部位に接続されてTEMモードの電磁波をTEモードの電磁波として1/2波長共振器に入力可能に構成された入力線路とを備えたことにより、入力線路から入力したTEMモードの電磁波を平衡型のTEMモードの電磁波に変換して一对の出力線路から出力させることができる。つまり、高周波モジュールをいわゆるバランとして機能させることができる。この場合、結合窓を介して1/2波長共振器および1波長共振器を互いに連結することができる。

また、本発明に係る高周波モジュールによれば、1/2波長共振器および1波長共振器の間に両共振器に結合窓を介して連結される少なくとも1つ以上の他の共振器を備えたことにより、様々な周波数特性のフィルタとして機能させ得る高周波モジュールを提供することができる。

また、本発明に係る高周波モジュールによれば、導波管型導波路の内部に形成されると共に1波長共振器に連結された他の1波長共振器と、一对のグランド電極の内の一方における他の1波長共振器の各1/2波長共振領域に対応する部位にそれぞれ接続されてTEMモードの電磁波をTEモードの電磁波として他の1波長共振器に入力可能に構成された一对の入力線路とを備えたことにより、入力した平衡型のTEMモードの電磁波を平衡型のTEMモードの電磁波として出力させることができる。この場合、結合窓を介して他の1波長共振器および1波長共振器を互いに連結することができる。

また、本発明に係る高周波モジュールによれば、他の1波長共振器および1波長共振器の間に両共振器に結合窓を介して連結される少なくとも1つ以上の他の共振器を備えたことにより、様々な周波数特性のフィルタとして機能させ得る高周波モジュールを提供することができる。

請求の範囲

1. 互いに対向して配設された一対のグランド電極および当該一対のグランド電極間を導通させる導通体で囲まれた領域を有して当該領域内をT Eモードの電磁波が伝搬可能に構成されると共に当該領域内に1波長共振器が形成された導波管型導波路と、

前記一対のグランド電極の内的一方における前記1波長共振器の各1／2波長共振領域に対応する部位にそれぞれ接続されている一対の出力線路とを備えている高周波モジュール。

2. 前記一対の出力線路は、T E Mモードの電磁波が伝搬可能に構成されている請求の範囲第1項記載の高周波モジュール。

3. 前記導波管型導波路の内部に形成されると共に前記1波長共振器に連結された1／2波長共振器と、

前記一対のグランド電極の内的一方における前記1／2波長共振器に対応する部位に接続されてT E Mモードの電磁波をT Eモードの電磁波として当該1／2波長共振器に入力可能に構成された入力線路とを備えている請求の範囲第1項記載の高周波モジュール。

4. 前記1／2波長共振器および前記1波長共振器は、結合窓を介して互いに連結されている請求の範囲第3項記載の高周波モジュール。

5. 前記1／2波長共振器および前記1波長共振器の間に形成されると共に当該両共振器に結合窓を介して連結される少なくとも1つ以上の他の共振器を備えている請求の範囲第3項記載の高周波モジュール。

6. 前記導波管型導波路の内部に形成されると共に前記1波長共振器に連結された他の1波長共振器と、

前記一対のグランド電極の内的一方における前記他の1波長共振器の各1／2波長共振領域に対応する部位にそれぞれ接続されてT E Mモードの電磁波をT Eモードの電磁波として当該他の1波長共振器に入力可能に構成された一対の入力線路とを備えている請求の範囲第1項記載の高周波モジュール。

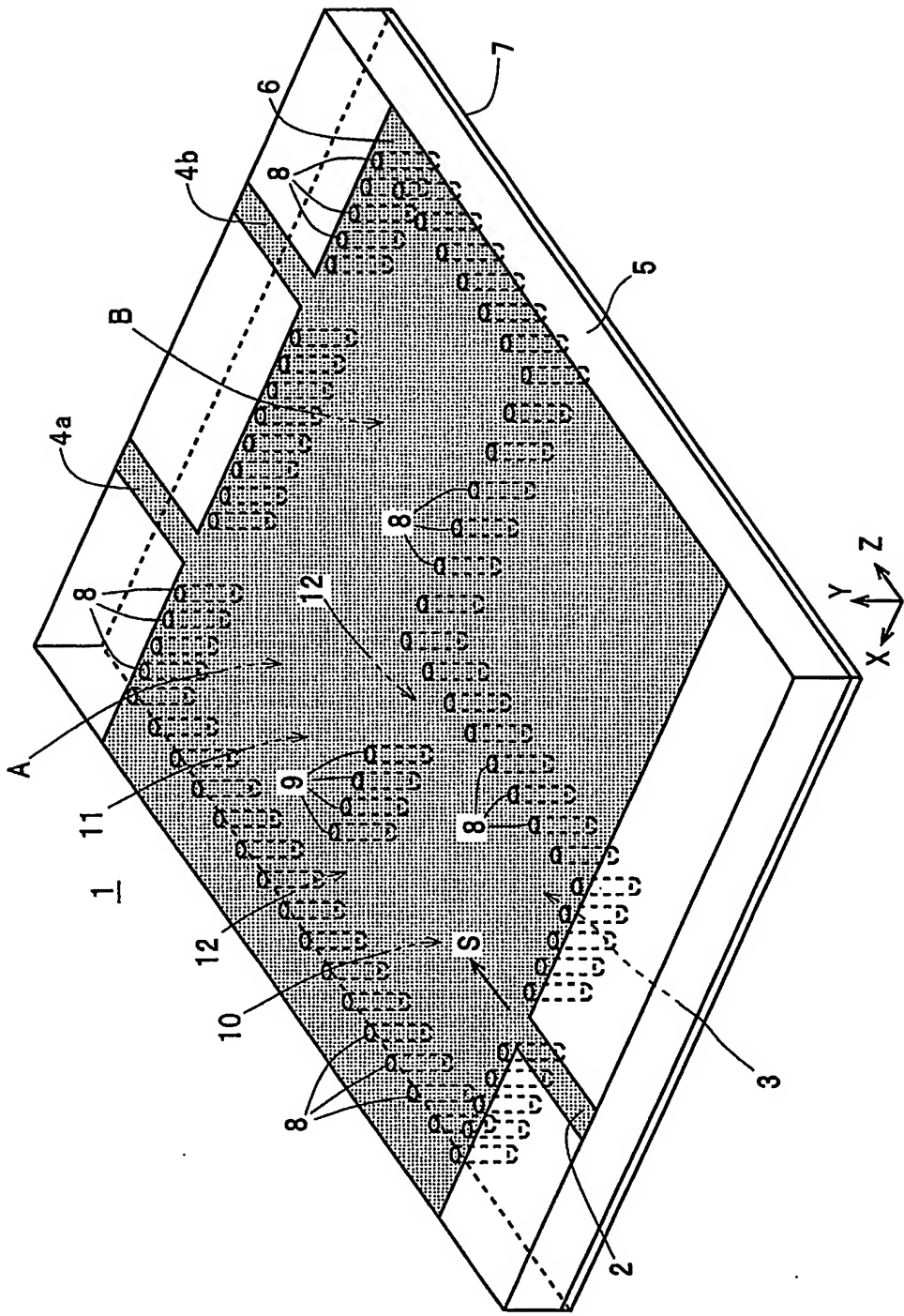
7. 前記他の 1 波長共振器および前記 1 波長共振器は、結合窓を介して互いに連結されている請求の範囲第 6 項記載の高周波モジュール。

8. 前記他の 1 波長共振器および前記 1 波長共振器の間に形成されると共に当該両共振器に結合窓を介して連結される少なくとも 1 つ以上の他の共振器を備えている請求の範囲第 6 項記載の高周波モジュール。

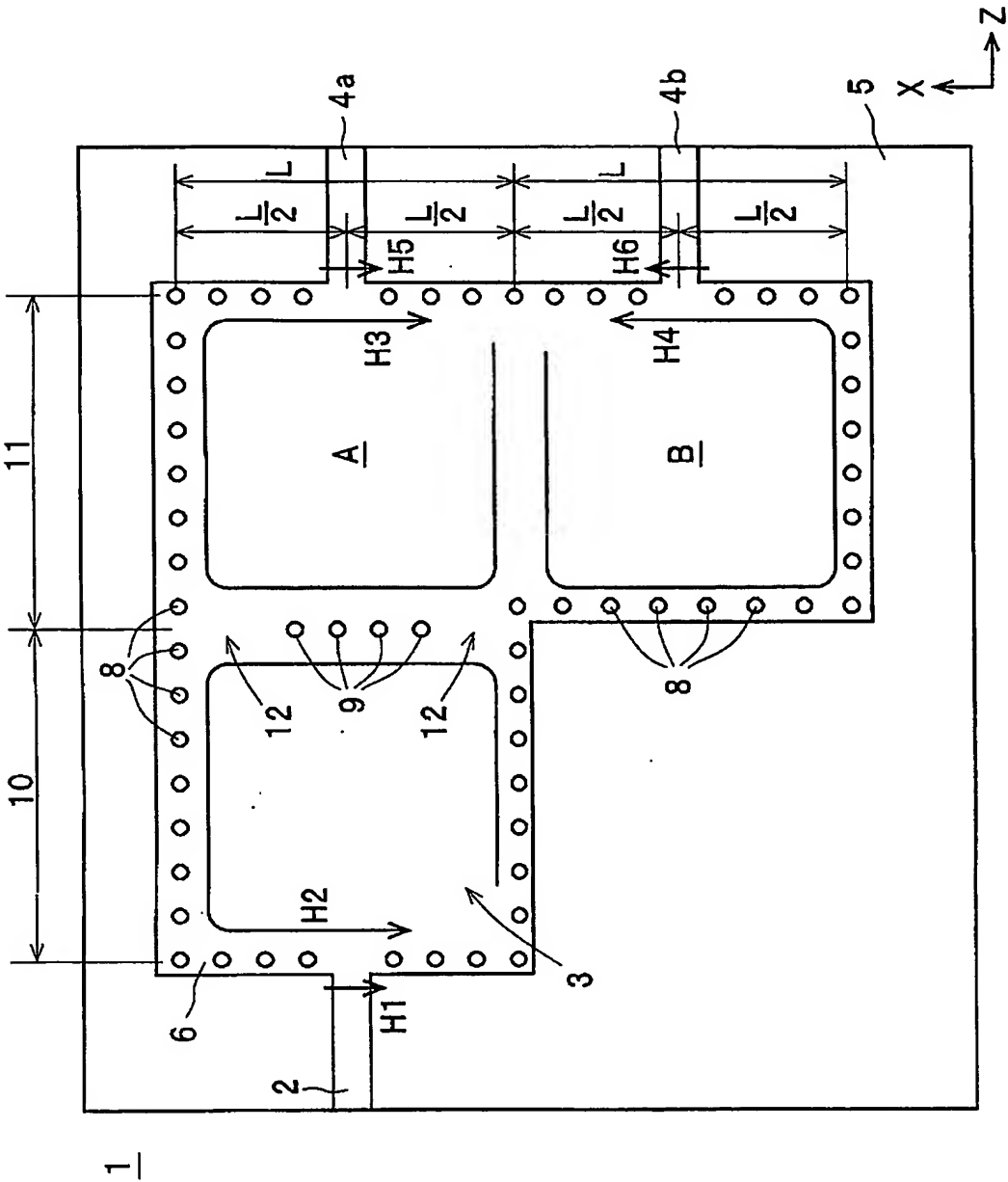
9. 前記入力線路は、ストリップ線路、マイクロストリップ線路およびコプレーナ線路のいずれか 1 つである請求の範囲第 3 項記載の高周波モジュール。

10. 前記出力線路は、ストリップ線路、マイクロストリップ線路およびコプレーナ線路のいずれか 1 つである請求の範囲第 1 項記載の高周波モジュール。

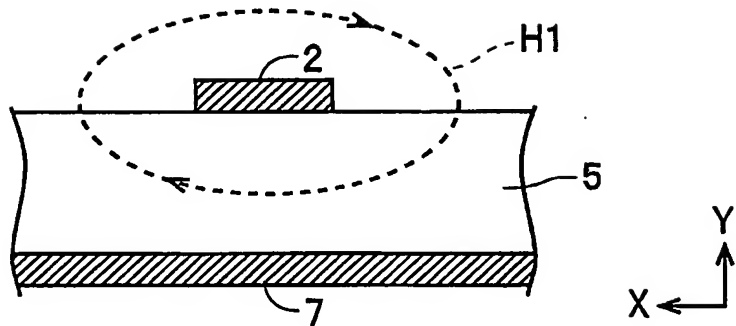
第1図



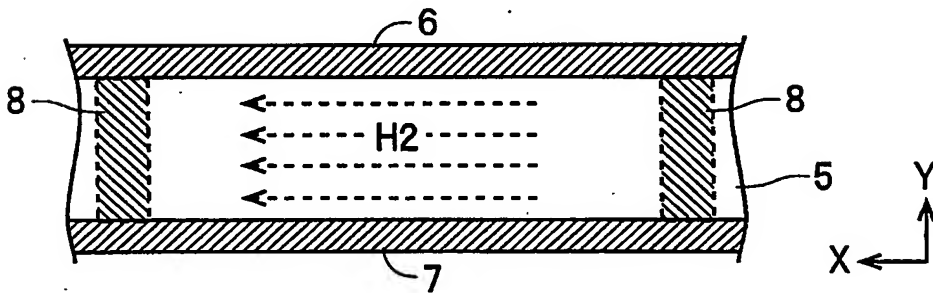
第2図



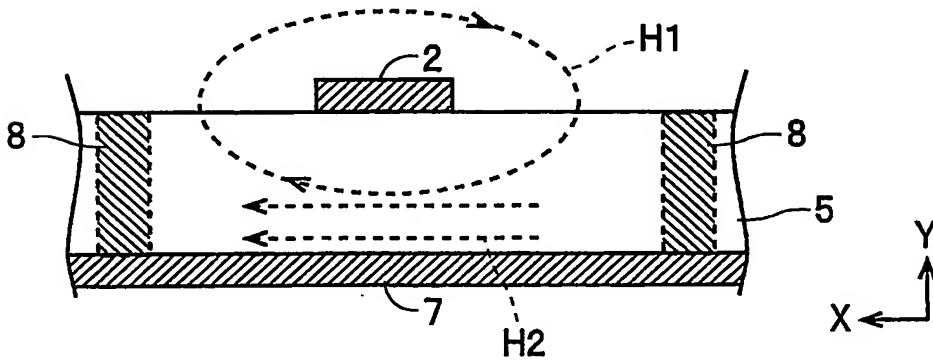
第3図



第4図

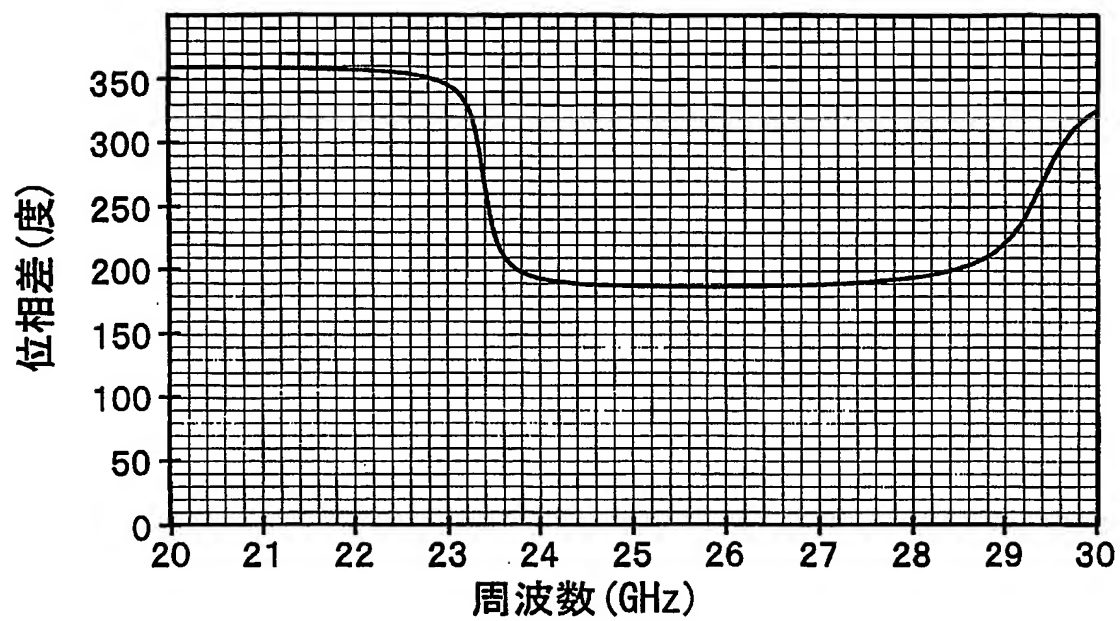


第5図

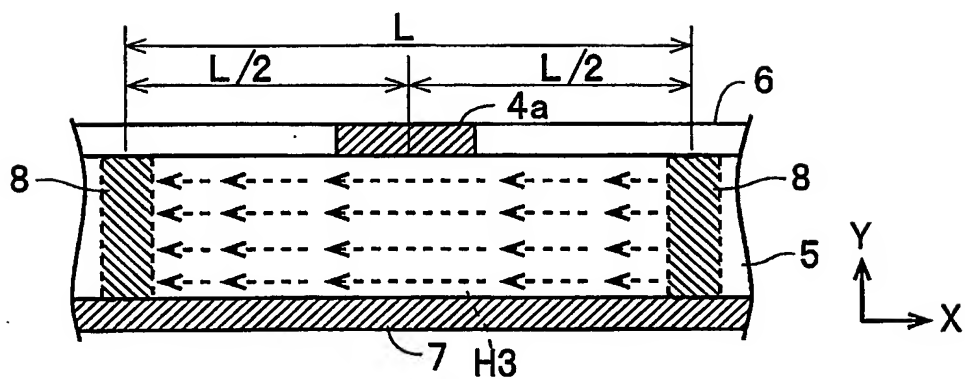


4/9

第6図

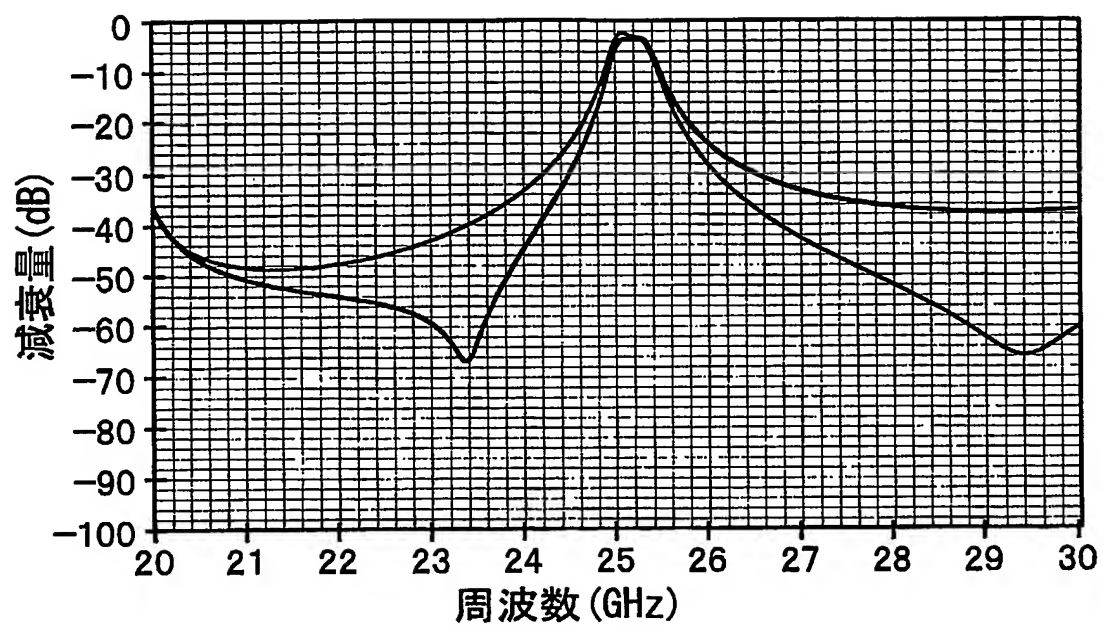


第7図

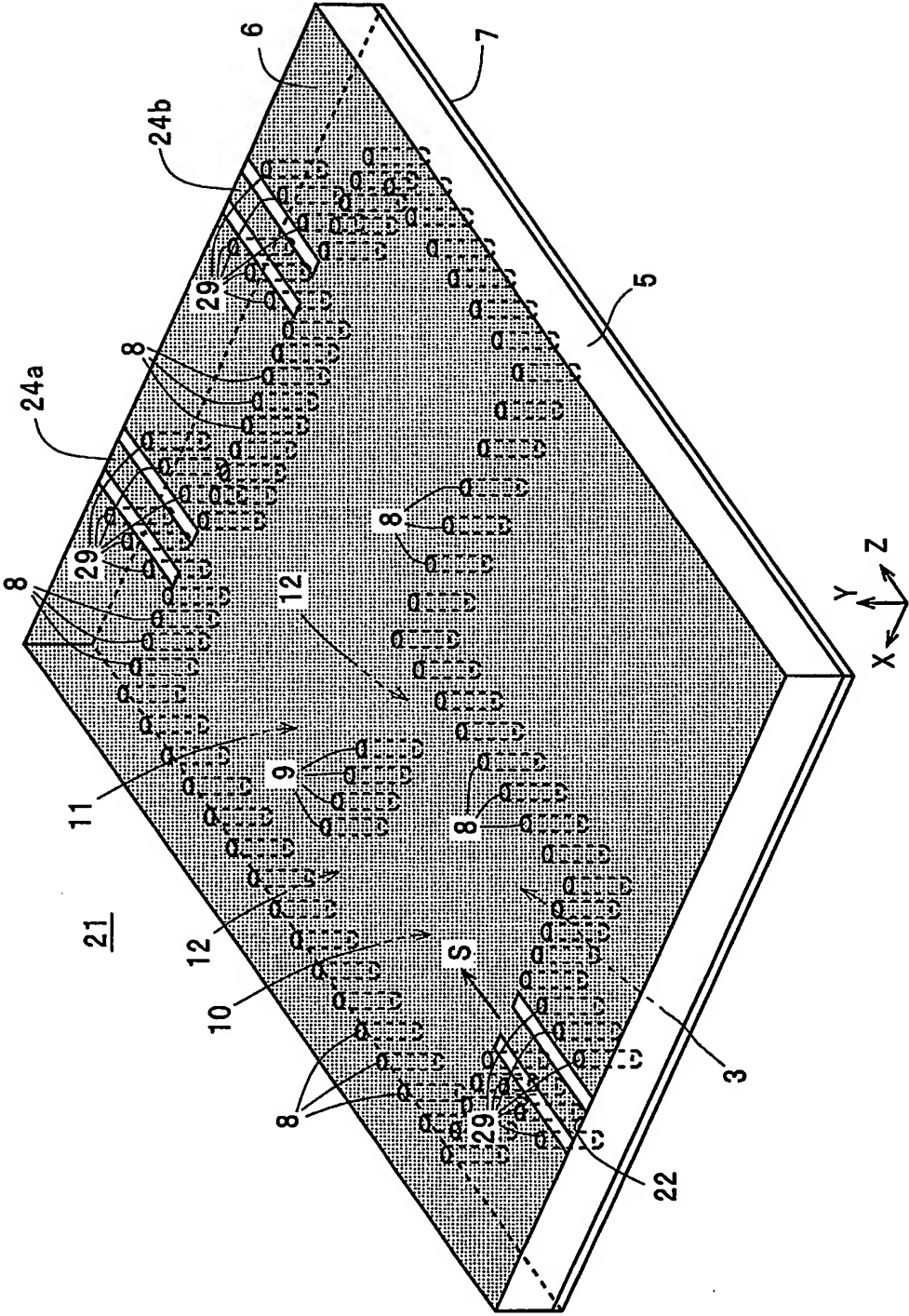


5/9

第8図

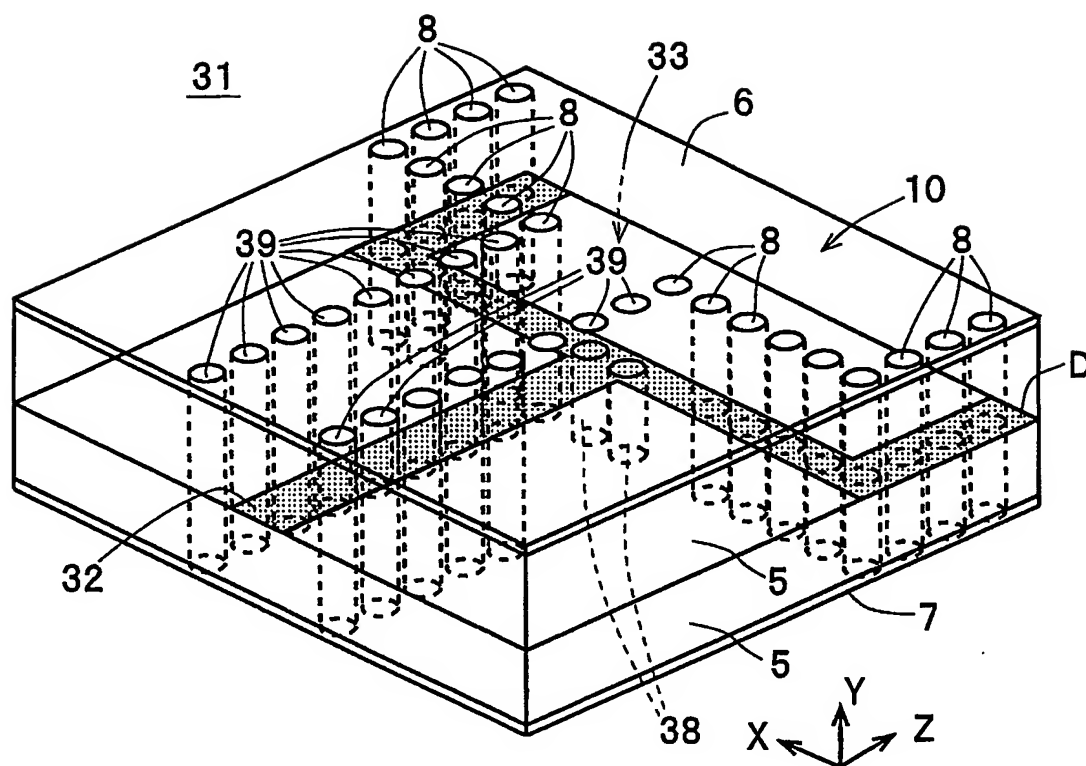


第9図

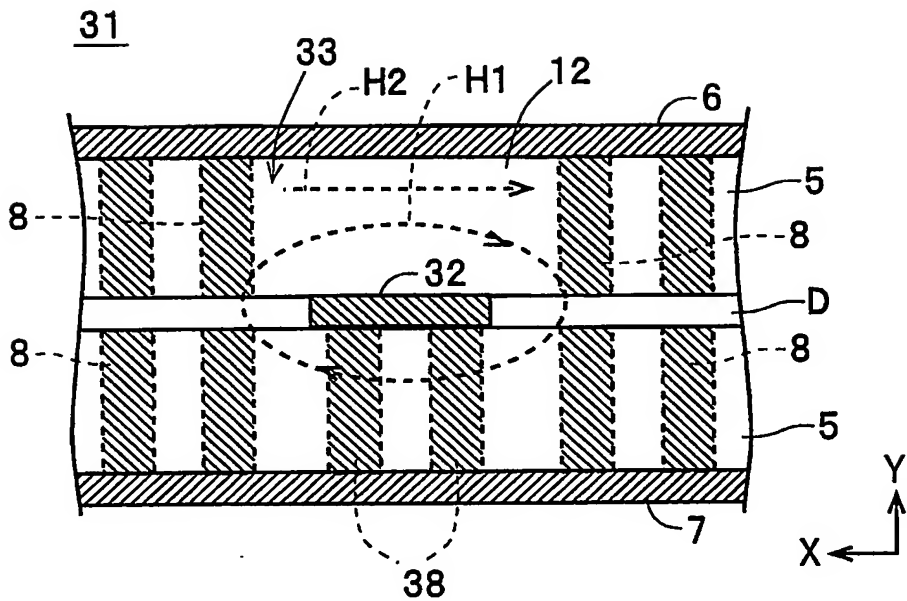


7/9

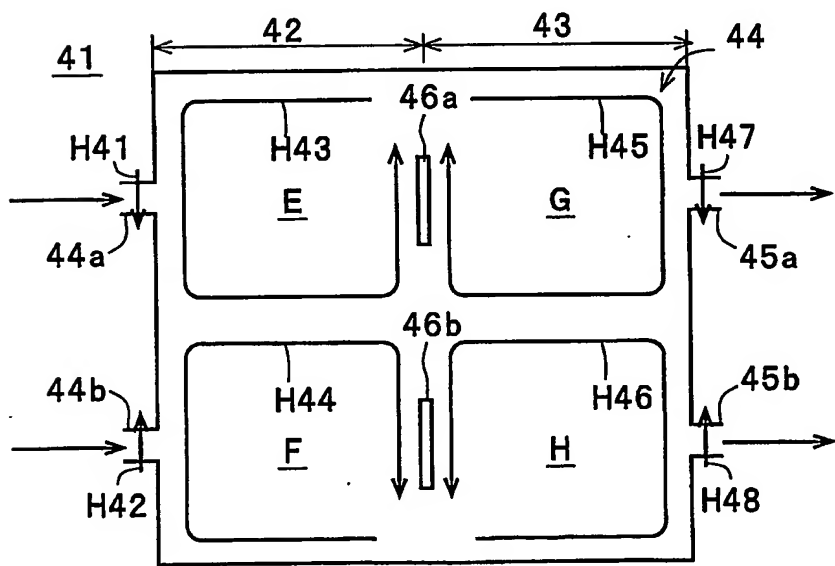
第10図



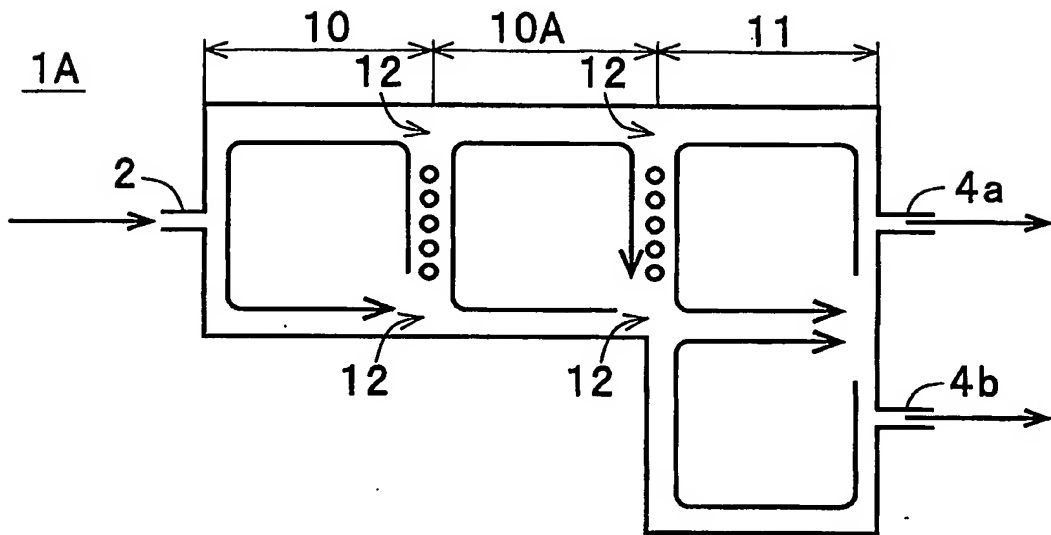
第11図



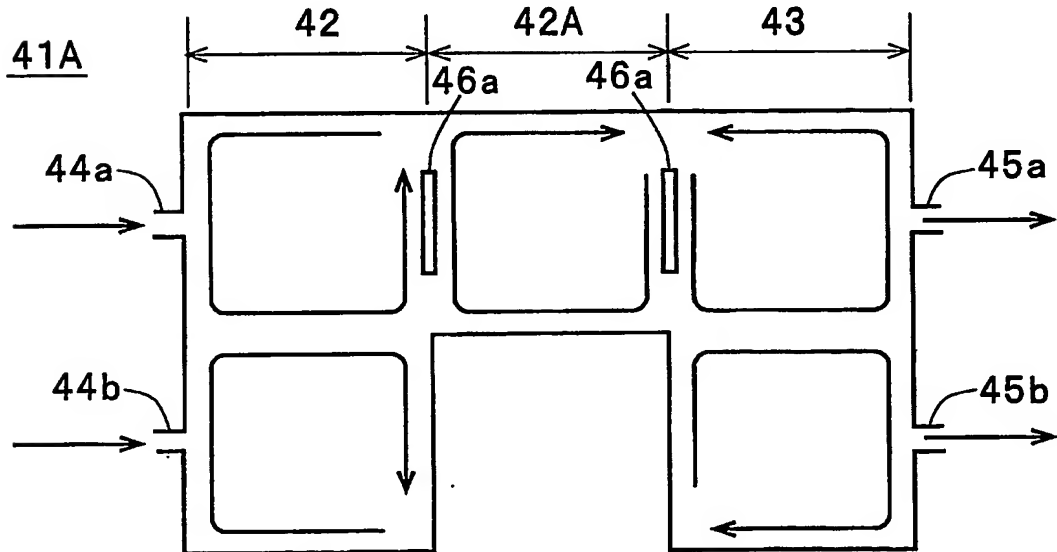
第12図



第13図



第14図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/004610

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl ⁷ H01P5/10		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl ⁷ H01P5/10, H01P7/06		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2001-274605 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 05 October, 2001 (05.10.01), Par. Nos. [0087] to [0095]; Figs. 15, 16 & US 6426725 B2	1, 2, 6-8, 10
Y	JP 2002-135003 A (Toko, Inc.), 10 May, 2002 (10.05.02), Full text; Figs. 1 to 12 (Family: none)	1, 2, 6-8, 10
Y	JP 2002-246808 A (Ube Industries, Ltd.), 30 August, 2002 (30.08.02), Full text; Figs. 1 to 12 & WO 2002/67358 A1	1, 2, 6-8, 10
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 12 July, 2004 (12.07.04)		Date of mailing of the international search report 27 July, 2004 (27.07.04)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/004610

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2002-26611 A (NEC Corp.), 25 January, 2002 (25.01.02), Full text; Figs. 1 to 9 & EP 1300908 A1 & WO 2002/5378 A1	1, 2, 6-8, 10
A	JP 4-287502 A (Fujitsu Ltd.), 13 October, 1992 (13.10.92), Full text; Figs. 1, 2 (Family: none)	1-10
A	JP 2003-110307 A (Toko, Inc.), 11 April, 2003 (11.04.03), Full text; Figs. 1 to 9 (Family: none)	1-10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl⁷ H01P5/10

B. 調査を行った分野
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl⁷ H01P5/10、H01P7/06

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの
 日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2001-274605 A (株式会社村田製作所) 200 1. 10. 05、段落【0087】-【0095】、第15、16 図 & US 6426725 B2	1, 2, 6- 8, 10
Y	JP 2002-135003 A (東光株式会社) 2002. 0 5. 10、全文、第1-12図 (ファミリーなし)	1, 2, 6- 8, 10
Y	JP 2002-246808 A (宇部興産株式会社) 200 2. 08. 30、全文、第1-12図 & WO 2002/67 358 A1	1, 2, 6- 8, 10

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 12. 07. 2004

国際調査報告の発送日 27. 7. 2004

国際調査機関の名称及びあて先
 日本国特許庁 (ISA/JP)
 郵便番号 100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)
 麻生 哲朗

5 T 3 2 4 5

電話番号 03-3581-1101 内線 3526

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2002-26611 A (日本電気株式会社) 2002. 01. 25、全文、第1-9図 & EP 1300908 A1 & WO 2002/5378 A1	1, 2, 6- 8, 10
A	JP 4-287502 A (富士通株式会社) 1992. 10. 13、全文、第1, 2図 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 2003-110307 A (東光株式会社) 2003. 0 4. 11、全文、第1-9図 (ファミリーなし)	1-10

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.